

EL MEDI LENÍTIC DE S'ALBUFERA DE MALLORCA

A. MARTÍNEZ-TABERNER; G. MOYÀ;
V. FORTEZA & G. RAMÓN*

MARTÍNEZ-TABERNER, A., MOYÀ, G., FORTEZA V. & RAMÓN G. (1995): "El medi lenític de S'Albufera de Mallorca". *S'Albufera de Mallorca*. (Monografies de la Soc. Hist. Nat. Balears, 4). Pp. 187-206. ISBN: 84-273-6506-3. Ed. Moll, Palma de Mallorca.

Al segle passat, i amb l'objectiu de dessecar S'Albufera, s'enturaren estanys i es construí un sistema de canals que condueixen les aigües de forma regular cap a la mar. El que abans era un gradient de divagació de les aigües amb poca energia potencial s'ha transformat en un dràstic gradient amb alguns estanys com l'estany de la Font de Sant Joan, el des Colombar, el des Cibollar, el des Ponts i petits estanys d'aigües intermitents que són objecte del present estudi. Els estanys presenten diferents propietats físico-químiques i morfològiques i, en conseqüència, tenen un model de dinàmica anual particular. Exceptuant l'estany des Cibollar, altament eutròfic i meromíctic, els estanys tenen una dinàmica dominada per processos naturals com ara canvis de salinitat i períodes de producció-descomposició. Es pot resumir la dinàmica de la manera següent: primaveres amb inici de producció i sota una creixent salinització. Estius productius i altament salinitzats. Tardors desalinitzades amb descomposició de la biomassa produïda a l'estiu. Hiverns relativament poc salinitzats i amb matèria mineralitzada.

Paraules clau: llacunes costaneres, química de l'aigua, Illes Balears.

THE LENITIC ENVIRONMENT OF THE ALBUFERA DE MALLORCA. In the last century and with the aims of dessication of the Albufera many lagoons were filled up and a canal system was made to lead waters directly to the sea. This change transformed a water dispersal gradient with low potential energy into a strong gradient with some ponds and lagoons, such as: Font de Sant Joan, Colombar lagoons, Cibollar, Ponts and small ponds with intermittent waters. The lagoons display different physico-chemical features and annual dynamics. With the exception of the Cibollar, which is strongly eutrophic and meromictic, the lagoons display natural dynamics such as changes in salinity and periods of production-decomposition. One may summarize as follows: spring seasons under the influence of the sea with incipient production, summer production with high salinity, desalinated autumns with decomposition of the summer production and low salinity winters with mineralized matter.

Keywords: coastal lagoons, water chemistry, Balearic Islands.

INTRODUCCIÓ

La modificació de S'Albufera per acció de l'home des de finals del segle passat ha

suposat l'eliminació d'un bon nombre d'estanys en afavorir la circulació directa de l'aigua cap a la mar i provocar el rebliment directe. Malgrat tot S'Albufera conserva encara

* Dept. de Biologia Ambiental. UIB. Ctra. de Valldemossa, km 7.5. 07071 Palma (Balears).

alguns estanys: el de la Font de Sant Joan, el de la Bassa del Molí, el des Colombar, el des Cibollar, el des Ponts i petits estanys d'aigües intermitents.

En el present treball es presentaran les dades relatives a mostres realitzats entre 1983 i 1985. Les dades s'han publicat parcialment en diferents articles (MARTÍNEZ TABERNER *et al.*, 1990, 1991) de forma més aviat fraccionada, per la qual cosa pensam que és convenient fer un recull on es tracti únicament dels estanys de S'Albufera i se'n comparin les dinàmiques. Per altra banda, a la mateixa monografia s'inclouen nous treballs sobre dues de les llacunes costaneres: Es Cibollar i l'estany dels Ponts, referits a la dinàmica meromíctica del primer i a les poblacions fitoplànctòniques del segon.

ÀREA D'ESTUDI I METODOLOGIA

L'àrea d'estudi comprèn els estanys de la Font de Sant Joan, els de la zona del

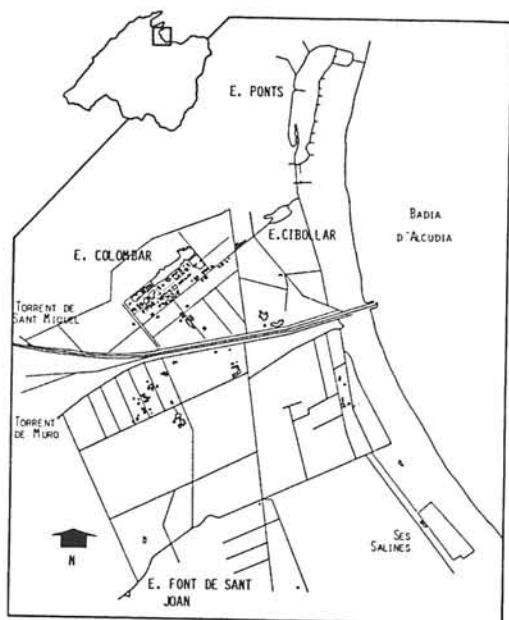


Figura 1. Localització dels estanys principals de S'Albufera de Mallorca.

Location of the main lagoons of S'Albufera de Mallorca.

Colombar, l'estany des Cibollar, l'estany des Ponts i una sèrie de petits estanys intermitents que es diuen: del Joncar –a la zona de les Salines–, del Salicorniar –entre S'Oberta i Es Cibollar– i del Canyissar –entre Ses Salines i S'Oberta. Aquests tres estanys són representatius del conjunt d'estanys efímers que estan immersos i envoltats de jonqueres, salicornies i canyes amb joncs (figura 1).

Els estanys foren mostrejats estacionalment des de l'estiu de 1983 a l'estiu de 1985. Les mesures de camp i l'obtenció de les mostres es varen fer normalment entre les 10 i les 13 h seguint el mètode i utilitzant els materials següents: luxòmetre A07024.00 PHYWE, oxímetre YSI, conductímetre CDM radiometer 2f (correcció de les dades per a 20° C), termòmetre T-637 CRISON i pHmetres 503 i 501 CRISON. L'alcalinitat i els clorurs es determinaren seguint GOLTERMAN *et al.* (1978) i STRICKLAND & PARSONS (1972). El calci, magnesi, sodi i potassi es determinaren amb espectrofotometria d'absorció atòmica (PERKIN ELMER 703) i els nitrats, nitrits i fosfats, amb TECHNICON AUTOANALYZER II. Els pigments es varen extreure amb acetona al 90% i mesurar amb espectrofotòmetre (HITACHI 220-S). La quantitat de clorofil·la a es calculà seguint la formulació de STRICKLAND & PARSONS (1972). La biomassa de les espècies es va calcular assecant fins a pes constant i l'anàlisi estadística es va fer utilitzant el paquet de programes BMDP.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Estany de la Font de Sant Joan

L'estany es localitza a la part alta de S'Albufera, al terme municipal de Muro, UTM EE-077022. Els seus aportaments provenen de la mateixa font i d'aigües freàtiques. En realitat l'estany és quasi una divagació de les aigües del Canal de la Font que vessen a la Síquia des Polls i als canals d'En Pelet i d'Amarador. Aquesta situació, juntament amb la batimetria, condicionen la dinàmica de les aigües (MARTÍNEZ TABERNER *et al.* 1989) (figura 2).



Figura 2. Mapa batimètric de l'estany de la Font de Sant Joan.

Bathymetric map of the Sant Joan lagoon.

Característiques físico-químiques

Aquest estany presentava la temperatura menys oscil·lant de tots, amb una mitjana de 18° C. El valor més alt observat fou de 22° C, i el menor, de 14.9° C. Les temperatures mitjanes de superfície i fondària foren: estiu: 20.5-20.1, tardor: 17.3-17.0, hivern: 17.2-16.0, primavera: 17.9.

Aquesta dinàmica tèrmica s'explica pel fet que l'estany mantingué una cobertura pleustònica quasi total durant tot el període d'estudi. Aquest fet explica que el rang de temperatura tan sols tingués una oscil·lació màxima de 7.1° C. És evident que les capes pleustòniques eviten el refredament superficial de l'hivern i l'escalfament estival. Per altra banda, l'estany rep aigües freàtiques de temperatura molt constant i, a més, està

arreberat del vent per una població densa de macròfits emergents que, juntament amb la massa pleustònica, fan que la influència del vent sigui poc notòria.

L'estabilitat tèrmica i la baixa influència del vent farien esperable una estratificació fins i tot reforçada, però aquesta no es donà. L'entrada d'aigües freàtiques i d'aigües en superfície provinents de la font de Sant Joan ha de donar un temps de renovació curt, la qual cosa no permet una estratificació clara.

La variació de l'oxigen al llarg dels anys d'estudi no semblà molt important: entre 4.1 i 9.5 ppm, amb pujades atribuïbles a activitat fotosintètica i baixades en els períodes menys productius. De tota manera, hi hagué moments de crisi, com a la tardor de 1983, en què s'observaren valors de tan sols 1 ppm, que posteriorment es varen recuperar. Aquest dèficit coincidí amb un canvi de la població pleustònica, que estava formada majoritàriament per *Lemna gibba* durant l'estiu de 1983 i fou substituïda pels propàguls d'*Enteromorpha intestinalis*. L'oxidació de la necromassa de *L. gibba* i de la comunitat bentònica de *Ceratophyllum demersum* i *C. submersum* hauria pogut produir la demanda d'oxigen que es detectà durant la tardor de 1983.

A principis de l'estiu de 1985 es va fer un seguiment de 24 hores, en el qual es pogué comprovar que l'aigua romaníà oxigenada durant les 24 hores del dia, encara que durant la nit la manca de fotosíntesi feia baixar un 30-40% la concentració d'oxigen respecte a la concentració diürna.

Els valors de pH i alcalinitat, al voltant de 7.0 i 4.75 meq.l⁻¹ respectivament, es mantingueren estables, si exceptuam els valors d'alcalinitat corresponents a les tardors. Atribuïm aquesta circumstància al fet que durant la tardor comencen a presentar-se tal·lus molt productius d'*E. intestinalis* que, tot d'una que assoleixen unes certes dimensions, es desprenen del substrat i renoven la capa pleustònica. Aquesta producció es veu reforçada per la presència d'una concentració elevada de nitrats, que, juntament amb un refredament poc notori de l'aigua (17.2° C de mitjana autumnal), fa que durant les tardors es produeixi una baixada de l'alcalinitat.

En el seguiment del cicle diari no es notaren canvis considerables de l'alcalinitat. El pH, per altra banda, registrava una baixada durant les hores nocturnes, quan sols es donen processos de respiració.

Els canvis que experimentaren les variables relacionades amb la salinitat no són molt importants si consideram que es tracta d'un estany litoral relacionat amb la mar.

La conductivitat presentà mínims durant els estius: 2.06 mS.cm⁻¹ de mitjana, a la tardor es passà a 2.42, a l'hivern, a 2.69, i per la primavera s'assoliren els màxims de 2.8. La mitjana global fou de 2.49 mS.cm⁻¹.

Els clorurs segueixen la mateixa pauta: 18.53 meq.l⁻¹ durant l'estiu, 18.61 a la tardor, 19.24 a l'hivern i el màxim de 22.77 durant la primavera. La mitjana fou de 19.79 meq.l⁻¹.

Si bé aquests paràmetres estan correlacionats, no presenten uns canvis dependents del temps fàcilment explicables per processos naturals. Pensam que la regulació artificial dels aportaments superficials provinents de la Font de Sant Joan podria emascarar el funcionament natural dels canvis de salinitat, però la lleugera baixada estival de la conductivitat i els clorurs anava acompanyada, com es veurà més endavant, d'un increment en la concentració dels composts de nitrogen, per la qual cosa pensam que es tracta d'uns aportaments d'aigües difoses procedents dels reguis dels conreus de la part alta de S'Albufera. Durant la primavera i sobretot durant l'estiu tota la zona d'horta de la part alta bombeja aigua profunda de l'aqüífer de la Pobra. Aquesta aigua es caracteritza perquè està enriquida amb nitrats i és aigua de baixa salinitat, en conseqüència, quan arribava a l'estany provocava un efecte de dilució que contrarestava la salinització esperable del període estival.

Els cations principals: sodi, calci, magnesi i potassi variaren al llarg de l'any seguint la pauta descrita per a la conductivitat i els clorurs. La proporció relativa dels diferents cations donà una ordenació del tipus Na > Ca > Mg > K, que denotava que els aportaments d'aigües interiors afavorien l'augment relatiu del calci. La relació divalents/monovalents presentava uns valors mitjans d'estiu de 0.33, de tardor de 0.16, d'hivern de 0.35 i de primavera de 0.44. La

baixada de tardor es pot explicar per una deposició del calci durant el període d'elevada producció d'*E. intestinalis*.

Els valors més alts de nitrats i nitrats es donaren durant l'estiu, curiosament en època de desnitrificació; la resta de l'any es mantenen estables. L'aportament de nitrogen coincidí, com ja s'ha comentat, amb una baixada de la salinitat, la qual cosa ens indueix a pensar que es tracta d'aportaments externs provinents d'aigües de rentat de conreus.

Els valors mitjans de nitrats i nitrats respectivament foren: 1.63 i 63.05 microg-at.l⁻¹ durant l'estiu, 0.59 i 39.8 microg-at.l⁻¹ a la tardor, 0.25 i 30.7 microg-at.l⁻¹ a l'hivern i 0.47 i 33.7 microg-at.l⁻¹ per primavera.

En general els valors de superfície i fondària són iguals pel que fa als nitrats. Per als nitrats, en canvi, s'observen uns valors més elevats en la fondària: això indica processos de descomposició orgànica en aquest nivell.

Les concentracions mitjanes de fosfats presentaren un màxim d'1.66 microg-at.l⁻¹ durant la tardor i uns mínims durant la primavera de 0.14 microg-at.l⁻¹. Durant l'estiu i l'hivern els valors són de 0.30 i 0.36 microg-at.l⁻¹ respectivament.

Els mínims de primavera corresponen a una situació d'elevada producció de les poblacions d'*E. intestinalis*, *C. submersum* i *C. demersum* (cal recordar que les espècies de *Ceratophyllum* presenten arrels rudimentàries i que sovint es troben en forma mesopleustònica, per la qual cosa la incorporació de nutrients es fa directament de l'aigua), mentre que la pujada autumnal s'ha d'atribuir a la situació de senescència i descomposició dels macrofïts (BARKO & SMART, 1980; OGAWA *et al.*, 1984).

La relació NO₂⁻+NO₃⁻/PO₄³⁻ revelà una descompensació en relació amb el fòsfor amb valors sempre molt superiors a 15, que seria un valor adient per als requeriments de la majoria d'organismes aquàtics. El valor mitjà més compensat va ser 33, corresponent a la tardor, i els més descompensats correspongueren a l'estiu: 243, i a la primavera: 241. El valor mitjà de l'hivern fou 151.

Els valors mitjans obtinguts de les anàlisis de silicats presentaren molt poca variació i, en principi, han d'estar determinats

per la dinàmica de les poblacions de diatomees.

Característiques biològiques

Durant la major part de l'any i a partir de la tardor de 1983, el principal productor primari fou *E. intestinalis*. L'alga ocupava tota la superfície de l'estany fins a finals d'estiu, quan comença a prendre aspecte despigmentat i a obrir clars. A finals de la tardor comença a trobar-se una altra vegada productiva. Arriba a adquirir una biomassa a principis d'estiu de 2085 g.m⁻² +/- 380 de pes sec per a un interval de confiança del 95%.

La població bentònica i mesopleustònica estava formada per *C. submersum* i *C. de-*

mersum. Són plantes que tenen una àmplia tolerància a les condicions d'il·luminació (FAIR & MEEKER, 1983) i s'adapten bé a l'ombra (BEST & MEULEMANS, 1979) incrementant la pigmentació (BARKO & FILBIN, 1982).

Estanys des Colombar

Els estanys des Colombar se situen en el costat interior de la part nord de S'Albufera, UTM EE-083065, enfront de la zona del Murterar. Són llisers artificials, de batimetria homogènia, alimentats principalment pel Canal d'En Ferragut (MARTÍNEZ TABERNER *et al.* 1989) (figura 3).

Característiques físico-químiques

La poca fondària no permet observar canvis significatius en la il·luminació de l'estany, si bé a finals d'estiu i a la tardor s'hi detecta una pujada de la biomassa fitoplanctònica que fa disminuir la transparència de l'aigua. Durant la primavera i fins a mitjan estiu els estanys estan entapissats de *Ruppia cirrhosa* i es fa inútil la mesura de la llum.

La temperatura de l'aigua seguia un cicle normal, amb un refredament progressiu des de la tardor i un progressiu escalfament des de la primavera. L'oscil·lació de la temperatura fou alta: des de 9° C a l'hivern fins a quasi 30° C a l'estiu. Els canvis entre superfície i fondària no foren considerables.

La poca fondària, l'oberta exposició als vents i la cobertura macrofítica fan que els estanys es mantinguin ben oxigenats. Les oscil·lacions que es presenten són més atribuïbles a l'estat climatològic dels dies d'obtenció de les mostres que a situacions del cicle.

Els marges en què es movien els valors de l'alcalinitat anaven de 3 a 9.5 meq.l⁻¹, i els de pH, de 6.45 a 8.32. Els valors mitjans eren de 5 meq.l⁻¹ i 8 respectivament.

Els valors més alts de l'alcalinitat coincidien amb valors menors de pH durant el refredament de la tardor, quan s'ha perdut l'activitat fotosintètica intensa dels macròfits, els valors inversos coincidien amb el període productiu primaveral-estival.

Els paràmetres més relacionats amb la salinitat (conductivitat i clorurs) es presen-

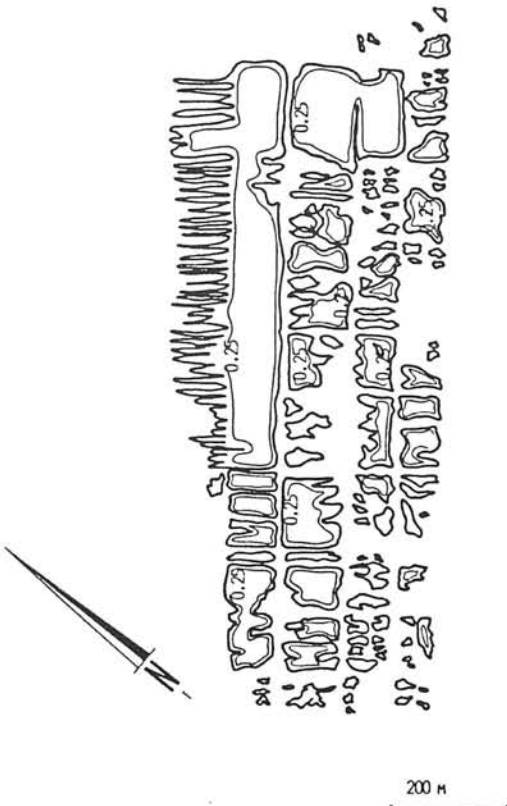


Figura 3. Mapa batimètric dels estanys des Colombar.
Bathymetric map of the Colombar lagoons.

taven altament correlacionats. El període de major salinització correspongué a l'estiu de 1984 i afectà també la tardor del mateix any. S'arribà a 380 meq Cl·l⁻¹ i a 38 mS·cm⁻¹ (20° C). Per contra, la salinització baixà a concentracions de clorurs de 115 meq·l⁻¹ amb conductivitats de 14 mS·cm⁻¹ a l'hivern i la primavera de 1985. Durant la primavera de 1984 s'observaren valors de 10.46 mS·cm⁻¹ de conductivitat, que representen els valors mínims d'aquest paràmetre.

La salinització de l'estany és funció dels processos de precipitació i evaporació del lloc en qüestió, però també rep la influència dels aportaments del Canal d'En Ferragut.

El calci, el magnesi, el sodi i el potassi presentaren màxims durant el període de major evaporació de l'estiu i mínims durant el període de pluges de tardor, sense que es detectassin diferències a la columna de l'aigua. El calci presentà un valor mitjà de 19.73 meq·l⁻¹, el magnesi, de 23.99, el sodi, de 191.63 i el potassi, 2.98 meq·l⁻¹. La distribució, segons la concentració, s'adaptà a l'ordenament de l'aigua marina: Na > Mg > Ca > K, però amb valors molt inferiors, fins i tot en els períodes de major concentració.

Els composts de nitrogen foren més abundants durant la tardor i l'hivern que durant la primavera i l'estiu. Els valors mitjans dels nitrats i nitrats durant l'estiu eren: 0.26 i 1.17 microg·at·l⁻¹ respectivament. Durant la tardor: 0.72 i 22.45. A l'hivern: 1.42 i 15.1 i finalment, durant la primavera, mostraren un perfil vertical entre 0.13 i 2.05 microg·at·l⁻¹.

Els canvis durant el cicle anual s'han d'atribuir per una part al consum realitzat per la població de *Ruppia cirrhosa*, que arriba a ocupar un 100% de la superfície de l'estany durant la primavera i l'estiu, i, per altra banda, la pujada autumnal i hivernal s'ha d'atribuir a la mineralització de la matèria orgànica dipositada.

Els fosfats presentaren els valors més baixos durant la primavera (0.2 microg·at·l⁻¹ de mitjana). Durant l'estiu començaren a pujar (0.4 microg·at·l⁻¹ de mitjana) i s'assolí el màxim durant la tardor (0.51 microg·at·l⁻¹), i durant l'hivern baixaren (0.39 microg·at·l⁻¹). No es presentaren canvis considerables entre la superfície i la fondària.

Els macròfits no excreten el nitrogen i el fòsfor durant el període de creixement, però sí que els alliberen en el període de senescència i pèrdua de les parts aquàtiques (BARKO & SMART, 1980). La situació de senescència pot començar durant l'estiu, en què es detecta una pujada de fosfats seguida més tardanament per una pujada de nitrogen (OGWADA *et al.*, 1984).

El valors del quocient $\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- / \text{PO}_4^{3-}$ durant la tardor i l'hivern, que és quan se suposa que hi ha una major mineralització de la matèria orgànica, superen la relació 15:1, aproximadament la que hi ha en els organismes. Durant la primavera la relació està bastant compensada, però a l'estiu, quan comença a haver-hi una certa mineralització de la matèria orgànica, el fòsfor és alliberat molt més ràpidament que el nitrogen, la qual cosa fa que la relació es faci més deficitària en nitrogen. En arribar la tardor, el nitrogen ja s'allibera en una proporció molt més elevada que el fòsfor i la relació es compensa.

Els silicats presenten uns valors mitjans màxims durant l'estiu (60.66 microg·at·l⁻¹), comencen a baixar a la tardor (50.16) i tenen el mínim a l'hivern (38.68). Generalitzant podem dir que els canvis en la concentració de silicats segueixen les fluctuacions dels períodes climatològics de precipitació (dilució) i evaporació (concentració).

Característiques biològiques

Els estanyes es presentaven coberts d'una població pràcticament monoespècífica de *Ruppia cirrhosa* que ocupava tota l'extensió. De forma puntual es presentà *Lophosiphonia subadunca* (Kütz) Falk i *Cladophora* sp. *Ruppia cirrhosa* començà a créixer a finals d'hivern, i assolí, a principis d'estiu, una biomassa de 462 g·m⁻² +/- 64 per a un interval de confiança del 95%.

Durant l'hivern i la primavera es detectaren uns mínims de clorofil·la a fitoplanctònica amb valors mitjans de 3.35 mg·m⁻³. Durant l'estiu se n'observaren els màxims, que arribaren a 28.49 mg·m⁻³ i posteriorment, durant la tardor, la població fitoplanctònica començà a baixar (9.17 mg·m⁻³).

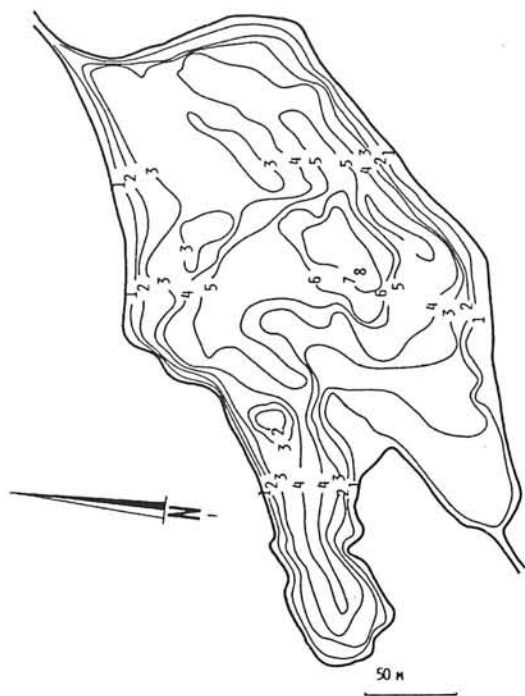


Figura 4. Mapa batimètric de l'estany des Cibollar.
Bathymetric map of the Cibollar lagoon.

Estany des Cibollar

L'estany es troba situat al costat nord, pròxim a la mar, per davall els estanys des Colombar. UTM EE-095071. Rep aportaments de la zona interior i des Colombar a través del Canal d'En Ferragut i, per altra banda, rep la influència marina per aportaments freàtics i a través del Canal des Cibollar que comunica S'Oberta amb l'estany des Ponts (MARTÍNEZ TABERNER *et al.* 1989) (figura 4).

El funcionament s'adapta a la dinàmica dels estanys meromíctics ectogènics. La meromixi s'origina pel fet que els aportaments de l'interior, de salinitat mitjana, travessen l'estany i aïllen les capes profundes de salinitat elevada. Es crea d'aquesta manera una quimioclina, que se situa entre els 2 i 5 metres de fondària, per davall de la qual es presenta un medi de salinitat elevada amb escalfament diferencial, processos de fotosíntesi bacteriana, anòxia i processos lligats a l'existència d'un fort gradient de

potencial redox, com acostuma a ser habitual a totes les llacunes meromíctiques (BIELE & PFENNING, 1979), (LÓPEZ *et al.*, 1984).

Per les característiques que ha resultat tenir l'estany, la periodicitat estacional del mostreig va esdevenir insuficient, com també el registre de la columna, que es feia únicament amb mostres subsuperficials i profundes. L'estudi s'ha hagut de completar amb mostres realitzats posteriorment i planejats amb un disseny experimental diferent (MOYÀ *et al.*, 1987). A la mateixa monografia es troba un article sobre l'estany, amb les darreres informacions sobre la seva dinàmica. Aquí es comentaran tan sols les dades observades entre 1983 i 1985, període en què vàrem descobrir que Es Cibollar era un estany meromíctic (MARTÍNEZ TABERNER *et al.*, 1987).

Característiques físico-químiques

L'extinció de la llum se situava entre els 3 i 4 m de fondària. En general, la mitjana de lluminositat que arribava a 1 m representava un 19.2% de la llum incident en superfície, a 2 m hi arribava un 4.96%, a 3 m, un 1.19%, i a 4 m, tan sols el 0.08%.

L'estany presentava un interval d'oscil·lació de temperatura en superfície de 16.6° C i en fondària l'oscil·lació sols arribava a 8.2° C. S'ha de fer una excepció, que correspon a l'estiu de 1984: durant aquest període la quimioclina arribà a la superfície i la columna d'aigua s'homogeneïtzà químicament i tèrmicament.

La massa d'aigua superior arribava a encalentir-se fins a 26-27° C durant l'estiu i baixava fins a uns 8-10° C a l'hivern. El monimolímion canviava entre els 13-14° C de l'hivern i els 21-22° C de l'estiu.

En un any típic com 1985-86, trobàrem dos moments, entre la tardor i l'hivern i entre aquest i la primavera, en els quals les temperatures de les dues masses d'aigua s'igualaren, la qual cosa no implica que hi hagués una mescla entre les dues, ja que el decrement en densitat atribuïble a l'increment de temperatura no és significatiu en relació amb la densitat derivada del gradient de salinitat.

La concentració d'oxigen a la massa superficial es mantingué sobre uns 10 mg.l⁻¹

amb lleugeres baixades durant els estius. En fondària l'oxigen fou inapreciable, excepte durant l'estiu de 1984, en què s'homogeneïtzaren les condicions de superfície i fondària. En aquell moment hi hagué una oxigenació de les capes profundes, que es va mantenir fins a la primavera de 1985. A l'estiu l'oxigen del monimolímion ja tornava a ser indetectable, fet que persisteix en l'actualitat.

Durant un seguiment de 24 hores realitzat a principis de l'estiu de 1985 es pogué comprovar que la massa d'aigua superficial de 0 a 3 m es comportava com un estany normal: amb una lleugera baixada de la concentració de l'oxigen durant les hores nocturnes i una pujada durant les hores diürnes, atribuïble a la fotosíntesi fitoplanctònica. A partir de la quimoclina es mantingué la capa sense alteracions considerables durant tot el cicle.

L'alcalinitat mitjana en superfície fou de 4.8 meq.l⁻¹ i la mitjana de fondària arribava a 6.12 meq.l⁻¹. L'aïllament del monimolímion i el seu estat anòxic comporta que la pressió de CO₂ sigui més elevada, la qual cosa provoca una redissolució de carbonats (GOLTERMAN, 1967) i un increment de l'alcalinitat (LÓPEZ, 1983; LÓPEZ *et al.*, 1984), fets que van acompanyats de valors de pH moderats o baixos.

L'epilímion presentava un increment de l'alcalinitat i una lleugera baixada del pH coincident amb el refredament de les aigües. Els valors mínims de l'alcalinitat es presentaren durant els estius i anaven lligats a uns valors de pH per damunt de la mitjana. Aquests fets comportaven una biomassa fitoplanctònica elevada, per la qual cosa interpretam que són atribuïbles a un increment de la fotosíntesi durant l'estiu. Els valors de pH obtinguts en fondària denotaven unes condicions bastant estables: oscil·laren entre 6.4 i 7.3. El valor mitjà de pH fou de 6.9.

La capa mixolimnètica es comporta com un estany típic explotat pel gradient gravitatori i que descansa sobre una quimoclina que ofereix poc intercanvi. Per altra banda, el monimolímion, sense assolir un pH massa àcid, presenta els processos que van associats a les situacions en gradient de potencial redox, com redissolució de fosfats,

reducció de sulfats i probablement altres processos, com el retorn de metalls des del sediment, etc. (STUMM & MORGAN, 1980; LÓPEZ, 1983).

Els canvis en la densitat de les masses d'aigua no es fan patents amb una dinàmica monomíctica o holomíctica, que seria l'esperable en condicions normals. Les diferències entre la superfície i la fondària quant a salinitat determinen unes densitats de les masses d'aigua massa allunyades perquè els canvis de temperatura siguin determinants en els processos d'estratificació i mescla de l'aigua. L'estany, en conseqüència, està sotmès a una dinàmica meromíctica de tipus ectogènic que es manté en funció de la diferència de densitat entre els aportaments interiors que circulen en superfície i la massa d'aigua de fondària, que es presenta fortament salinitzada perquè està pròxima a la mar i sobre substrat porós.

La conductivitat a la capa superior oscil·la entre 10 mS.cm⁻¹ durant les estacions plujoses i 20 mS.cm⁻¹ durant els períodes eixuts. Els clorurs, fortament correlacionats amb la conductivitat, presentaren un valor mitjà de 168 meq.l⁻¹.

Durant l'estiu de 1984, aquests valors de superfície es veieren considerablement alterats; es varen assolir unes conductivitats de fins a 47 mS.cm⁻¹ i els clorurs arribaren a 508 meq.l⁻¹, valors que pràcticament coincideixen amb els de fondària del mateix moment.

En fondària la conductivitat mitjana fou de 36 mS.cm⁻¹. Es presentaren uns valors màxims pròxims a 50 mS.cm⁻¹ des de la primavera fins a la tardor de 1984, i els mínims es presentaren a la primavera següent (19 mS.cm⁻¹). Els clorurs mostraren una pauta ben semblant a la de la conductivitat. El valor mitjà fou de 100 meq.l⁻¹ o 14.18 g.l⁻¹.

Els cations principals Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ i K⁺ segueixen la pauta de la salinitat tant al mixolimnion com al monimolímion i fou durant els períodes d'estiu que presentaren majors concentracions d'aquests elements.

El calci mostrà un valor mitjà de 17.3 meq.l⁻¹ en superfície i de 22.33 meq.l⁻¹ en fondària. La solubilitat depèn del pH, de tal manera que a pH elevats hi ha una major



Estany de la Font de Sant Joan amb cobertura pleustònica dominant de propàguls d'*Enteromorpha intestinalis*.
 Sant Joan Spring lagoon showing pleuston dominated by propagules of *E. intestinalis*.
 (Foto: A. Martínez)



Estany des Ponts dins la urbanització del "Lago Esperanza".
 The Ponts lagoon in the "Lago Esperanza" urban development. (Foto: G. Ramon)

proporció de carbonat càlcic, el qual precipita i implica un segrest d'aquest element. La temperatura i la salinitat també determinen el nivell de solubilitat del calci, de manera inversament proporcional en el cas de la temperatura i directament proporcional en el cas de la força iònica.

Durant el període estival i en part durant la primavera el pH i la temperatura de superfície foren alts, la qual cosa induïa a una baixada de la concentració de calci, però aquesta no quedà reflectida perquè es veié compensada amb un increment de la salinitat. En fondària el pH és més baix i la salinitat més elevada, per la qual cosa la presència de calci fou més abundant.

La relació divalents/monovalents presentà una mitjana en superfície de 0.15, valor pròxim al de la relació a l'aigua marina, però sols durant l'estiu de 1984 s'assoliren valors de clor de 508.0 meq.l⁻¹, pròxims als marins. Aquesta relació, una mica inferior a l'esperable, és atribuïble a uns valors baixos de calci i magnesi, provocats en part per precipitació i en part pel consum que es fa en els esculls del poliquet *Ficopomatus enigmaticus* Fouvel., organisme d'una alta productivitat (MARTÍNEZ TABERNER *et al.*, 1993).

En fondària la relació divalents/monovalents fou lleugerament inferior a la marina i anà acompanyada d'una clorositat elevada.

Es detectaren considerables diferències en la distribució dels nutrients en el perfil vertical, derivades de la situació eutròfica de l'estany (MARTÍNEZ TABERNER *et al.*, 1986), que fa que els elements reduïts a través de la fotosíntesi a la superfície il·luminada i incorporats a la biomassa activa transfereixin el seu poder reductor al medi profund en forma de necromassa. D'aquesta manera es crea un gradient d'oxidació-reducció que duu diferents processos associats, els quals, a la vegada, afecten les formes de presentació dels nutrients.

En el mixolímnion oxigenat els nitrats i nitrats presentaren concentracions baixes durant l'estiu, que s'incrementaren en entrar en els períodes de menor productivitat.

Els fosfats, en canvi, donaren valors una mica més elevats durant la primavera i l'estiu que no durant la tardor i l'hivern, períodes en què el consum, en principi, ha de ser menor. Aquest fet l'atribuïm a apor-

taments exteriors realitzats per vessaments d'aigües residuals.

En fondària la situació tròfica canvia de tal manera que les concentracions de nitrats i sobretot de nitrats presenten una correlació directa amb les concentracions d'oxigen. Aquest fet és explicable perquè en situacions de manca d'oxigen les formes oxidades del nitrogen passen a amoni o directament a formes gasoses.

Hem de fer constar que a l'estany des Cibollar la concentració de nitrats representava un 15% del total de nitrats més nitrats, valor que supera el 10% considerat habitual, però que, per altre costat, està molt per davall dels observats en altres estanyos pròxims i de condicions similars, com l'estany de la Massona (LÓPEZ, 1983). La ràpida extinció de la llum podria impossibilitar que el fitoplàncton assimilés els nitrats.

Les elevades concentracions de fosfats registrades en fondària, molt superiors a les trobades normalment en aigües naturals (VOLLENWEIDER, 1968), coincidien en general amb valors baixos d'oxigen dissolt. En tot cas, la concentració de fosfats era suficientment alta per desencadenar una important producció biològica.

El vessament esporàdic de dipòsits d'aigües residuals, la filtració freàtica des de fosses sèptiques i l'aportament directe des d'una petita depuradora fa impossible, amb les dades que es tenen, trobar regularitats atribuïbles directament i únicament a processos naturals.

Els silicats presentaren concentracions poc variables entre la superfície i la fondària i al llarg del temps. De tota manera, en fondària les concentracions foren lleugerament més elevades. Aquest fet s'ha d'atribuir a la redissolució de la sílice des del sediment reductor (BURTON *et al.*, 1970; LÓPEZ *et al.*, 1984), ja que en condicions normals seria esperable que les aigües del fons, amb una influència marina més notòria que les superficials, tinguessin una concentració menys elevada de silicats (LÓPEZ *et al.*, 1984).

Característiques biològiques

La zona litoral, fins a 0.5 m de fondària aproximadament, està coberta de *Chaetomor-*

pha capilaris i de forma més esporàdica de *Ruppia cirrhosa* i *Enteromorpha* sp.

Les anàlisis de clorofil·la *a* indicaren una pujada de la biomassa fitoplanctònica superficial durant les primaveres, amb un màxim als estius.

Els valors mitjans de clorofil·la *a* per a les diferents estacions foren: estiu: 54.29 mg.m⁻³, tardor: 22.94 mg.m⁻³, hivern: 14.98 mg.m⁻³ i primavera: 36.78 mg.m⁻³.

En fondària els valors observats són aproximats, ja que la metodologia de mostreig no és l'adient per analitzar les capes de clorofil·la bacteriana. De fet, els mostrejadors utilitzats forçosament rompien els estrats o tals de les poblacions bacterianes, i els valors que s'obtingueren s'han de considerar

únicament orientatius. Els valors d'hivern i primavera de 1984 (159 i 91 mg.m⁻³) corresponen probablement a bacterioclorigil·la, ja que en aquest període la concentració d'oxigen era molt baixa (1.5 i 0.8 mg.l⁻¹). A l'estiu de 1984 hi hagué una oxigenació, que es va mantenir fins a la primavera de 1985, per baixar a un nivell inapreciable a l'estiu. En aquest període la concentració de clorofil·la s'incrementà fins a assolir un màxim de 457.5 mg.m⁻³ durant l'hivern de 1985. A la primavera, encara amb presència d'oxigen, es detectaren 140.9 mg.m⁻³ i a l'estiu, amb situació d'anòxia, es trobà una concentració de bacterioclorigil·la de 169.1 mg.m⁻³.

Estany des Ponts

L'estany des Ponts és en l'actualitat el més gran de S'Albufera, es troba a continuació del dessecat Estany Gran, pròxim a la vila d'Alcúdia, UTM EE-097085.

Per la part nord, comunica amb la mar, i al sud, amb el Canal des Cibollar, el qual dóna directament a S'Oberta i, a través d'una petita desviació, a l'estany des Cibollar. La batimetria és la pròpia de les llacunes costaneres tancades per franges dunars i paral·leles a la costa (MARTÍNEZ TABERNER *et al.* 1989) (figura 5).

Característiques físico-químiques

Les aigües de l'estany des Ponts es mantenen transparents la major part de l'any, a causa, sobretot, del tapís macrofític que controla l'estat tròfic del sistema.

Les mesures de llum realitzades durant la tardor donen un percentatge de penetració en relació amb l'exterior del 55.99% en superfície, 33.17% a 0.5 m, 20.79% a 1.0 m i 14.84% a 1.5 m. Durant la primavera aquests percentatges són els següents: superfície: 51.87%, a 0.5 m: 42.64%, a 1 m: 39.07%, i a 1.5 m: 36.12%.

Les oscil·lacions tèrmiques de l'estany foren les esperables. Durant l'hivern la temperatura baixa fins a 10° C, després es va recuperant i s'arriben a assolir els 26° C. Les mitjanes estacionals donen els valors següents: estiu: 25.5° C, tardor: 11.9° C, hivern: 12.7° C, i primavera: 25.3° C.

Bathymetric map of Ponts lagoon.

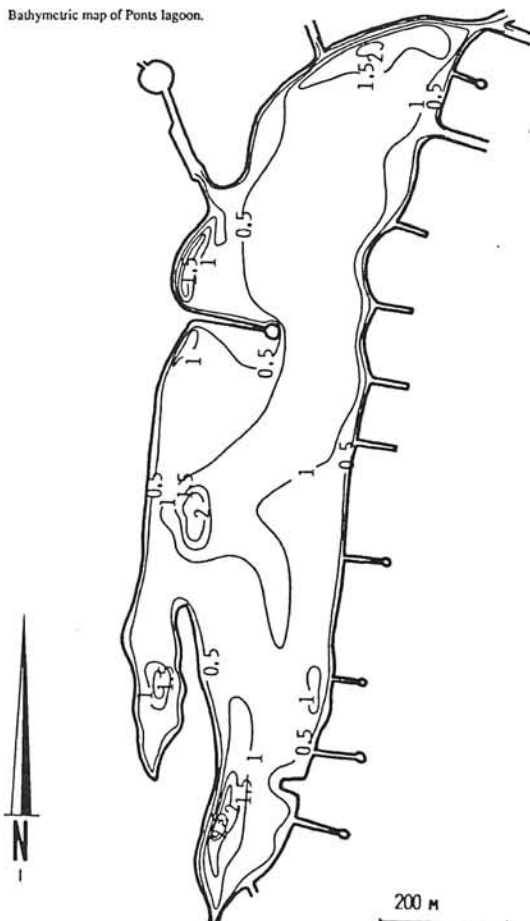


Figura 5. Mapa batimètric de l'estany des Ponts. Bathymetric map of the Ponts lagoon.

S'observà una inversió tèrmica durant la tardor i l'hivern, amb un gradient que arribà a 1.7°C , mentre que durant la primavera i l'estiu no ressaltà cap estratificació directa notòria. Probablement la poca fondària i l'exposició oberta a la mar, que és d'on vénen els vents predominants de l'estiu, fan que l'estany no pugui mantenir una estratificació persistent.

L'estany es presentà oxigenat durant tot el període d'estudi. La concentració mitjana global fou de 9.3 mg.l^{-1} . La mitjana estival de 7.9 mg.l^{-1} a la tardor pujà a 9.1 mg.l^{-1} i durant l'hivern i la primavera es mantingué sobre 10.0 mg.l^{-1} . No es presentaren diferències notòries entre la superfície i la fondària.

Les majors concentracions es donaren durant la primavera, que és quan es desenvolupa la vegetació macrofítica. A l'hivern també hi hagué concentracions elevades, però en aquest cas s'han d'atribuir a la major solubilitat de l'oxigen, a temperatures baixes i al moviment de les aigües. A l'estiu la concentració d'oxigen baixà un poc. Probablement aquest fet es pot explicar perquè la productivitat del tapís macrofític s'havia estabilitzat i la temperatura era elevada. A la tardor, malgrat el refredament de les aigües, l'oxigen es mantingué en el mateix nivell que a l'estiu. La gran quantitat de biomassa produïda durant l'estiu, que en començar la tardor es troba en descomposició, provoca un cert consum d'oxigen, que, malgrat el refredament i la mescla típica de l'estació, quedà registrat.

L'alcalinitat mitjana global fou de 2.96 meq.l^{-1} i el pH, 7.63. Les diferències entre la superfície i la fondària foren poc notòries. Els valors mitjans estacionals per alcalinitat i pH foren respectivament: estiu: 2.81 meq.l^{-1} i 8.04, tardor: 1.03 meq.l^{-1} i 6.40, hivern: 4.31 meq.l^{-1} i 7.74, i finalment, primavera: 2.62 meq.l^{-1} i 8.36.

Els valors de pH foren màxims durant les primaveres i es mantingueren alts durant l'estiu. A la tardor i a l'hivern baixaren.

Tant l'alcalinitat com el pH, però sobretot aquest darrer, semblen lligats als períodes de fotosíntesi bentònica, de manera que el pH puja durant els períodes productius i l'alcalinitat minva; en els períodes de baixa productivitat succeeix el contrari.

La major salinitat es detectà durant els estius. La conductivitat oscil·là entre $55\text{--}60\text{ mS.cm}^{-1}$ els estius i $27\text{--}37$ els hiverns. La mitjana d'estiu fou de 57.89, la de tardor va anar baixant a 49.76 i arribà a 32.82 a l'hivern; a la primavera començà a pujar fins a una mitjana de 52.37 mS.cm^{-1} .

Els clorurs segueixen la mateixa pauta: oscil·laren entre 640-657 meq.l^{-1} durant els estius i entre 312-370 els hiverns. La mitjana d'estiu fou de 651.98, la de tardor, de 487.69, la d'hivern, de 334.70 i la de primavera, de 522.12 meq.l^{-1} .

Els dos paràmetres segueixen una pauta natural: indicaren períodes de salinització quan els aportaments interiors eren mínims i l'evaporació màxima, i períodes de dilució quan hi havia aportaments i l'evaporació era baixa.

Els valors de calci i magnesi presentaren els nivells més elevats durant les primaveres: 33.04 i 67.53 meq.l^{-1} respectivament. En el període d'estudi —des de l'estiu de 1983 a l'estiu de 1985— es registraren més pluges, i en conseqüència més aportaments, durant les estacions primaverales que en les autumnals, per la qual cosa els nivells de concentració d'aquests elements es feren més elevats durant la primavera.

Les mitjanes estacionals per al calci i el magnesi respectivament foren: estiu: 32.41 i 54.80 meq.l^{-1} , tardor: 32.41 i 54.80, hivern: 23.04 i 40.89 i primavera: 33.04 i 67.53 meq.l^{-1} .

La influència marina es feia patent sobretot pels nivells del sodi i el potassi, els quals presentaren els màxims durant l'època de major evaporació i menys aportaments, que correspon a l'estiu.

Les mitjanes estacionals per al sodi i el potassi respectivament foren: estiu: 556.35 i 9.80 meq.l^{-1} , tardor: 367.89 i 7.83, hivern: 233.60 i 7.02 i primavera: 413.55 i 7.42 meq.l^{-1} .

La relació monovalents/divalents presentà una mitjana global igual a la de la mar: 0.14, amb considerables variacions al llarg de l'any, que, de forma inversament proporcional, segueixen la pauta dels clorurs i la conductivitat.

Els valors mitjans d'estiu, amb un valor de 0.07, denotaven una forta evaporació.



Ruppia cirrhosa als estanys des Colombar
R. cirrhosa at the Colombar lagoons
 (Foto: A. Martínez)



Estany des Colombar amb *Phragmites communis*.
 Colombar lagoon with *P. communis*.
 (Foto: A. Martínez)

Durant la tardor la relació pujà fins a 0.24, passà a 0.13 a l'hivern i a 0.12 a la primavera.

Els composts de nitrogen estudiats, NO_2^- i NO_3^- , presentaren una oscil·lació esperable amb mínims primaverals i estivals que corresponien al període de consum, principalment dels macròfits bentònics.

Les mitjanes estacionals per als nitrats i nitrats respectivament foren: estiu: 0.33 i 1.05 microg-at.l⁻¹, tardor: 0.40 i 17.30, hivern: 1.60 i 14.45 i primavera: 0.28 i 1.67 microg-at.l⁻¹.

Els fosfats presentaren una oscil·lació atípica, ja que els períodes de major activitat biològica no anaren acompanyats d'una baixada en el nivell de fosfats. El màxim es donà durant l'estiu, amb un valor de 0.80 microg-at.l⁻¹. La primavera també presentà un valor mitjà alt, 0.74. La tardor i l'hivern, períodes en els quals seria esperable una remineralització de la matèria orgànica i una entrada d'aportaments interiors que incrementassin les concentracions de fosfats, mostraren valors mitjans per davall del nivell dels períodes de consum: 0.65 durant la primavera i 0.45 microg-at.l⁻¹ durant l'estiu.

Aquest comportament es pot explicar per la fugida directa d'aigües d'utilització domèstica provinents dels hotels i apartaments dels voltants de l'estany, que són habitats de forma massiva des de la primavera fins a finals d'estiu. Per altra banda, els vessaments d'aigües residuals que es fan a l'estany des de Cibollar i al Canal des de Cibollar representen un altre aportament que pertorba el funcionament natural de l'estany.

Els silicats es presentaren estables durant la primavera i l'estiu, amb valors de 35.90 i 36.52 microg-at.l⁻¹ respectivament. Durant la tardor i l'hivern es detectà una lleugera baixada de les concentracions a 20.81 durant la tardor i 16.12 microg-at.l⁻¹ durant l'hivern.

La baixada de tardor i hivern correspon a un període de mescla i refredament. Aquestes situacions solen anar acompanyades d'un canvi en la població fitoplanctònica, que passa a estar formada majoritàriament per diatomees, les quals podrien provocar la disminució observada en la concentració de silicats.

Característiques biològiques

Les poblacions fitoplanctòniques observades són les pròpies d'aigües marines i salobres: *Peridinium pellucidum* (Bergh.) Schttt, *Prorocentrum scutellum* Schroder, *Gyrodinium fusiforme* Kofoidu. Swezy i *Nitzschia longissima* (Braf.) Ralfs, entre altres. A més, es presenten algunes espècies que evidencien una major influència d'aigües interiors, com *Cryptomonas* sp. i *Rhodomonas* sp. (SOBERATS *et al.*, 1987).

Els valors de clorofil·la a denotaven una constància en la biomassa total de les poblacions fitoplanctòniques, ja que presentaven una molt lleugera oscil·lació amb màxims superficials de 3.14 mg.m⁻³ durant l'hivern i mínims durant l'estiu d'1.53. En fondària els valors eren lleugerament més elevats: entre 6.40 i 11.79. Les mitjanes foren: estiu: 6.66, tardor: 5.95, hivern i primavera: 4.18 mg.m⁻³.

La cobertura bentònica estava representada per espècies característiques d'aigües molt salobres, *Ruppia cirrhosa*, *Lamprothamnium papulosum* i *Chaetomorpha linum*, que són les que ocupen majoritàriament el fons arenós de l'estany. Altres espècies d'origen marí es presentaven sobre substrats rocosos o en forma epífita. Les més corrents foren: *Chondria tenuissima* (Goodenough & Woodward) C. Agardh, *Ceramium diaphanum* (Lightfoot) Roth., *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, *Lophosiphonia subadunca* (Ktzt.) Falk. i *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux.

S'analitzaren les biomasses estivals, que corresponen aproximadament a la producció anual, en g.m⁻² de pes sec per a tres zones de l'estany. La zona nord (ZN) és la més pròxima a Alcúdia, la zona sud (ZS) és la més pròxima a S'Albufera i entre ambdues es disposa la zona central (ZC).

	ZN	ZC	ZS
<i>C. linum</i>	72.91	28.77	11.70
<i>R. cirrhosa</i>	16.24	41.54	53.01
<i>L. papulosum</i>	2.98	6.34	0.06

La cobertura i la biomassa bentònica canviaren quantitativament de nord a sud de l'estany. L'òptim ecològic per a *R. cirrhosa*

se situava al sud, per a *L. papulosum*, al centre i per a *C. linum*, al nord de l'estany.

Els percentatges de cobertura d'aquestes espècies es distribuïen de la manera següent:

	ZN	ZC	ZS
<i>C. linum</i>	42.37	34.92	20.82
<i>R. cirrhosa</i>	15.50	17.06	40.41
<i>L. papulosum</i>	30.30	44.44	26.94
Buit	11.83	3.57	11.84

ESTANYS EFÍMERS: ESTANYS DES SALICONAR, ES JONCAR I ES CANYISSAR

S'estudiaren tres estanys efímers que poden ser representatius de la majoria d'estanys d'aigües intermitents o semipermanents (alguns anys no s'asseguen del tot).

Aquests estanys emprenen el cicle amb les pluges tardorals, les quals dissolen les sals del sediment, i comença un joc entre les noves pluges i l'evaporació que resulta suficientment estable perquè es desenvolupin diferents tipus de comunitats, les quals interfereixen i acaben determinant, fins a un cert punt, la dinàmica físico-química de l'ambient.

Aquests condicionaments es tradueixen en uns medis de ropies allunyades dels patrons d'intercanvi entre l'aigua dolça i l'aigua marina que es caracteritzen per una elevada imprevisibilitat.

L'estudi d'aquests medis requereix a *fortiori* una anàlisi quasi contínua per entendre les relacions i dependències entre la dinàmica físico-química i biològica de l'ambient, per la qual cosa s'allunya de les possibilitats i els objectius del present estudi.

L'Estant des Canyissar

L'estany que anomenam des Canyissar es troba situat a la zona de ses Puntes, entre la síquia d'En Florit i la síquia des Pinar (figura 1).

Al llarg de tot l'any es presentaren valors alts en la concentració d'oxigen, que estan més o menys correlacionats amb la

temperatura, la qual presentà màxims primaverals de 21.1° C, que, lògicament, foren superats en el període de dessecació. Els valors mínims es registraren durant l'hivern, amb temperatures de 12° C.

L'estany es caracteritza perquè té valors moderats de salinitat. Els valors màxims s'observaren durant la tardor (117.34 meq.l⁻¹ de Cl⁻ i 13.91 mS.cm⁻¹), encara que a principis d'estiu, quan l'estany s'asseca, forçaament s'ha d'arribar a concentracions més elevades. Durant l'hivern la dilució augmentà i s'assoliren els mínims (62.05 meq.l⁻¹ de Cl⁻ i 7.39 mS.cm⁻¹).

L'alcalinitat varià entre 4.00 i 4.75 meq.l⁻¹, i el pH, entre 8.2 i 7.1, amb valors màxims durant la primavera que coincidiren amb una baixada de les concentracions de nutrients.

Els nivells de clorofil·la a denotaren una certa constància de la biomassa fitoplanctònica al llarg de l'any. Es detectaren màxims de 6.75 mg.m⁻³ i mínims de 2.78 mg.m⁻³.

El bentos de l'estany està format exclusivament per *Chara aspera*, espècie que encatifa l'estany durant la primavera i a la qual s'han d'atribuir els canvis en la concentració dels elements no conservatius.

L'Estant des Joncar

L'estany que anomenam des Joncar se situa al sud-est de S'Albufera, entre ses Salines i Ca l'Ardiaca (figura 1).

La salinitat oscil·là entre 100.13 i 184.90 meq.l⁻¹ de Cl⁻ i entre 11.51 i 18.43 mS.cm⁻¹ en valors de conductivitat.

L'alcalinitat oscil·là entre els 5.58 meq.l⁻¹ observats durant l'hivern de 1984 i els 3.08 meq.l⁻¹ observats durant la primavera de 1985. Els valors de pH es trobaren entre 9.25 i 7.13, observats durant la primavera de 1985 i la tardor de 1984 respectivament. En general els valors més alts de pH anaven acompanyats de valors menors en alcalinitat i s'observaren en els períodes de creixement de les espècies bentòniques i fitoplanctòniques.

Els composts de nitrogen foren baixos durant les primaveres en comparació amb el nivell que s'assoleix en altres períodes estacionals. Els fosfats presentaren un

màxim d'1.67 microg-at.l⁻¹ durant la primavera de 1985 i un mínim de 0.23 durant l'hivern de 1984. En general els valors són més baixos en el període de tardor i hivern que durant la primavera i l'estiu, malgrat que aquests períodes siguin de consum per a les comunitats fitoplanctònica o bentònica.

Els productors primaris fitoplanctònics donaren els màxims de clorofil·la a durant les primaveres i els mínims a l'estiu. Per una altra part, la comunitat bentònica formada per *Chara canescens*, *Chara galioi-des* i *Chara hispida* acabà ocupant tot l'espai i fins i tot el volum de l'aigua de l'estany durant l'estiu.

L'Estany des Salicorniar

L'estany que anomenam des Salicorniar es troba situat entre un conjunt d'estanys que queda al costat nord del Canal de Siurana, a la zona d'Es Cibollar (figura 1).

Dels tres petits estanys estudiats, el des Salicorniar és el de major salinitat. Arribà a tenir concentracions de clorurs de 687.67 meq.l⁻¹ amb conductivitats de 38 mS.cm⁻¹ durant l'estiu de 1985. Les concentracions menors es registraren a la primavera de 1984, en un període de dilució que dugué les concentracions de clorurs a 154.01 meq.l⁻¹ i la conductivitat a 17.7 mS.cm⁻¹.

L'alcalinitat oscil·là entre 5.84 i 8.60. En general, el pH donà valors més elevats durant l'estiu, que anaven acompanyats amb baixades d'alcalinitat.

Els nitrats i nitrats presentaren màxims a l'hivern de 1984 (29.58 microg-at.l⁻¹) i mínims durant l'estiu de 1985 (0.35 microg-at.l⁻¹). Els fosfats donaren màxims durant l'estiu i anaven acompanyats de les concentracions màximes de clorofil·la a. Durant la primavera, en canvi, quan l'estany estava dominat per la vegetació bentònica formada per *Lamprothamnium papulosum* i *Ruppia maritima* ssp. *brevirostris*, els fosfats baixaven i es presentaven els mínims de clorofil·la a en el medi aquàtic. La relació entre els fosfats, el fitoplàncton i la vegetació bentònica segueix un model que encavalca el creixement de la vegetació bentònica amb el fitoplàncton. Els fosfats del medi són segrestats pel bentos durant la primavera i principis d'estiu per tornar al medi durant l'estiu i provocar una

explosió fitoplanctònica. El procés quedaria representat de la manera següent:

	PO ₄ ³⁻	Chl a	Fitobentos
Tardor	++	++	—
Hivern	+	++	+
Primavera	—	+	+++
Estiu	+++	—	+

SÍNTESI SOBRE ELS ESTANYS

Per analitzar conjuntament les interaccions entre els diferents paràmetres estudiats i per situar en l'espai multidimensional els diferents estanys objecte d'estudi s'ha optat per l'anàlisi de components principals. Es poden fer les observacions següents:

Les variables: conductivitat, clorurs, calci, magnesi, sodi i potassi es presenten ben correlacionades entre si i ofereixen els majors coeficients de càrrega respecte al primer eix (0.89, 0.89, 0.76, 0.90, 0.51 i 0.75

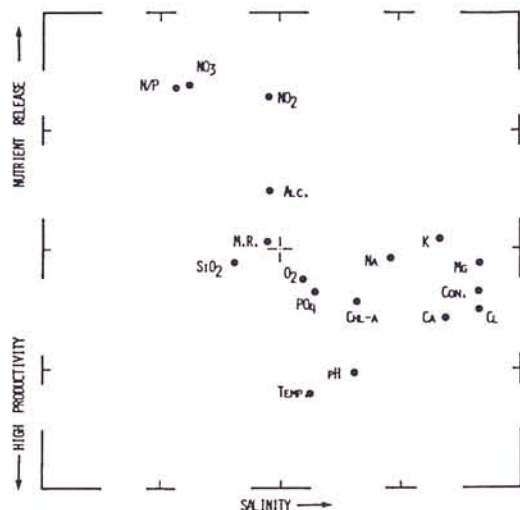


Figura 6. Components principals dels sistemes lenitics de S'Albufera
Principal components of the lentic environment of S'Albufera

respectivament). Aquesta correlació global no indica una interdependència d'equilibris químics, sinó que més aviat reflecteix l'existència de processos que els afecten a tots, com ara l'evaporació o la dilució amb aigua marina o dolça.

El segon eix presenta com a principals factors de càrrega positiva els composts de nitrogen (NO_2^- dona una càrrega de 0.67 i NO_3^- de 0.68) i la relació és nitrogen-fòsfor (0.66). Per contra, la temperatura i el pH són les variables amb coeficients de càrrega negativa més elevats (-0.70 i -0.61 respectivament). Així, el segon eix es pot relacionar amb un gradient de producció en els estanys. De fet, amb temperatures altes és quan es presenta una elevada productivitat i, en conseqüència, consum i eliminació del nitrogen de l'aigua. El pH i l'alcalinitat també es distribueixen amb una certa càrrega sobre l'eix: l'alcalinitat amb els composts de nitrogen, indicant condicions de baixa fotosíntesi, i el pH amb la temperatura, indicant situacions amb predomini de fotosíntesi. La distribució d'ambdós paràmetres reforça la idea d'assimilar l'eix a un gradient de producció. Es podria esperar que la variable corresponent a clorofil·la a fitoplàncton es presentàs molt més fortament correlacionada amb la temperatura i el pH, però s'ha de tenir en compte que, exceptuant l'Estany des Cibollar, la producció primària està decantada cap als macrofits aquàtics, els quals competeixen, per ara satisfactòriament, amb el fitoplàncton. En conseqüència, l'eix segon s'ha d'assimilar a situacions relacionades amb la producció dels macrofits aquàtics (figura 6).

La interpretació d'aquests resultats és comparable amb la dels expressats per explicar la dinàmica d'altres llocs semblants (LÓPEZ, 1984. SERRA *et al.*, 1984), sent la informació acumulada relativament alta. Entre els eixos 1 i 2 queda acumulada la major part de la variància: un 47%, la qual cosa ens permet limitar-nos únicament a aquests dos eixos. L'eix 1, relacionat amb la salinitat, representa un 35% de la informació, i l'eix 2, relacionat amb la productivitat, en representa un 12% més. Els altres eixos es distribueixen la informació restant en quantitats sempre inferiors al 10%.

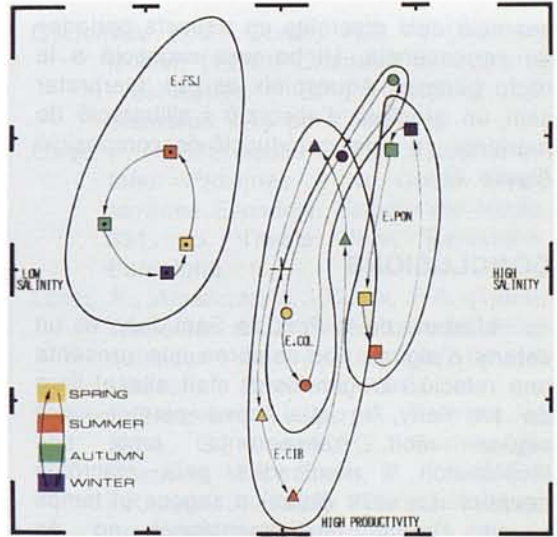


Figura 7. Projecció sobre l'espai de les components principals de les estacions mostrejades corresponents a: Estany de la Font de Sant Joan (E. FSJ), Estany des Cibollar (E. CIB), Estanys des Colombar (E. COL) i Estany des Ponts (E. PON). Els centres aproximats dels agrupaments estacionals es mostren amb colors. Projection onto the principal components of the sample stations from the lentic system corresponding to: Estany de la Font de Sant Joan (E. FSJ), Est. del Cibollar (E. CIB), Est. Colombar (E. COL) and Est. dels Ponts (E. PON). The approximate centers of the clusters corresponding to each season are shown with colours.

Els estanys queden projectats sobre el component de salinitat de la manera següent: estany des Ponts, des Salicorniar, des Cibollar, des Colombar, des Joncar, des Canyissar i de la Font de Sant Joan. Aquesta disposició segueix un eix que va des de la part nord-est pròxima a la mar fins a la part sud-oest.

El segon component dona unes amplituds de projecció més grans. En general es presenten les situacions d'estiu i primavera a la part negativa del segon eix, fet que denota situacions dominades per les altes temperatures i nivells relativament baixos en la concentració de composts de nitrogen. Situacions de producció. Els hiverns i les tardors queden a la part positiva del segon eix, fet que denota una situació de mineralització de la matèria orgànica i

secreció dels macròfits en aquests períodes de senescència. Hi ha una excepció a la regla general. Aquest eix es pot interpretar com un gradient d'absorció i alliberació de nutrients o de producció-descomposició (figura 7).

CONCLUSIONS

L'estany de la Font de Sant Joan és un estany d'aigües poc salobres que presenta una relació nitrogen-fòsfor molt alta al llarg de tot l'any, la qual cosa permet unes aigües molt transparents, amb poc fitoplàncton i dominades pels macròfits aquàtics. La seva dinàmica segons el temps i en l'espai multidimensional no és l'esperable d'unes condicions naturals. Les causes d'aquest comportament estan en el fet que l'estany està subjecte a aportaments rurals estivals d'aigües dolces i al fet de presentar una comunitat pleustònica d'*E. intestinalis* de creixement tardoral. S'ha de destacar la presència de *C. submersum* i *C. demersum* al bentos i mesoplèuston.

L'estany des Colombar presenta una dinàmica de projecció elipsoidal distribuïda sobretot al llarg de l'eix producció-descomposició i pràcticament sempre en la zona positiva de l'eix assimilat a la salinitat. Els canvis que presenten globalment els paràmetres relacionats amb la salinitat no tenen una amplitud tan gran com la que ofereixen els paràmetres relacionats amb el segon eix. L'elevada relació superfície-volum de l'estany, juntament amb l'entapissat bèntic, pràcticament total durant les primaveres i els estius, fa que la pauta en els canvis físico-químics estigui determinada pel comportament de la comunitat bènica i segons els períodes de producció i descomposició de la biomassa fitobentònica. És l'estany amb el comportament més natural respecte a la salinització i a la producció-descomposició, ja que segueix els períodes d'evaporació-producció i dilució-descomposició durant l'època primavera-estiu i tardor-hivern respectivament. Tot això sent, precisament, un estany artificial.

De l'observació de l'espai multidimensional ocupat per l'estany des Cibollar es destaca, per una banda, una amplitud gran sobre el primer eix i sobre el segon. Per un

altre costat, és remarcable la diferenciació a la columna entre els punts de superfície i fondària. Aquests fets reflecteixen la situació de meromixi d'Es Cibollar. La discontinuïtat existent entre la superfície i la fondària és manifesta i ens justifica un tractament separat de les estacions de superfície i fondària, com si ens trobàssim amb dos estanys diferents, encara que estiguin un damunt l'altre.

La zona superficial és més canviant i presenta uns cicles que marquen una certa tendència de trajectòria, que, tal vegada, es podria confirmar amb un seguiment més perllongat. Per altra banda, la zona de fondària presenta un recorregut més concentrat que ocupa un espai menor.

La projecció sobre els components principals de l'estany des Ponts és petita en comparació amb els altres estanys, fet que suggereix un medi relativament constant en les característiques físico-químiques. Per un altre costat, presenta uns cicles anuals que es repeteixen; això demostra una situació d'estabilitat cíclica (ORIANS, 1975). Els períodes d'estiu i primavera es caracteritzen perquè presenten temperatures i pH elevats, mentre que els hiverns i les tardors es desplacen a la zona positiva del segon eix, determinada per situacions de manca de consum i enriquiment en composts de nitrogen. Els canvis més importants en el cicle també es registren sobre el segon eix, per la qual cosa interpretam que la dinàmica físico-química de l'ambient està dominada pels organismes i els seus cicles de producció i descomposició. Durant la primavera i l'estiu no és molt notòria la baixada de nutrients, malgrat haver-hi un gran creixement de macròfits, la qual cosa ens fa pensar en aportaments exteriors que podrien baratar la dinàmica tròfica del sistema i desplaçar el pes de la producció primària al fitoplàncton. D'assolir-se aquesta situació, que succeirà si no es controlen els aportaments estivals de nutrients, tindrem un estany semblant a la massa de mixolímnió d'Es Cibollar.

Estanys efímers

Els estanys des Salicorniar i des Joncar presenten situacions estivals o primaverals

molt influïdes pel segon component, indicant valors alts de pH, temperatures altes i baixes concentracions de composts de nitrogen.

El component primer, que relacionam amb la salinitat, dóna unes amplituds altes per a aquests dos estanyes. No és estrany que sigui així, ja que els processos d'evaporació i dilució són continus.

L'estany des Canyissar té aigües menys salobres que els altres estanys efímers, encara que tots els anys ha arribat a assecar-se completament, i distribueix el seu espai a la zona negativa del primer eix. La manca de persistència de l'aigua i l'aleatorietat del funcionament també obliguen a fer un seguiment més continuat per poder extreure conclusions sobre l'estabilitat cíclica o de trajectòria.

BIBLIOGRAFIA

- BARKO, J.W. i FILBIN, G.J. (1983): "Influences of light and temperature on chlorophyll composition in submerged freshwater macrophytes". *Aquatic Botany* 15:249-255.
- BARKO, J.W. i SMART, R.M. (1980): "Mobilization of sediment phosphorus by submersed freshwater macrophytes". *Freshwater Biology* 10:229-238.
- BEST, P.H. i MEULEMANS, J.T. (1979): "Photosynthesis in relation to growth and dormancy in *Ceratophyllum demersum*". *Aquatic Botany* 6:53-65.
- BIELB, H. i PFENNING, N. (1979): "Anaerobic CO₂ uptake by phototrophic bacteria. A review". *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* 12:48-58.
- BURTON, J.D., LEATHERLAND, T.M. i LISS, P.S. (1970): "The reactivity of dissolved silicon in some natural waters". *Limnol. Oceanol.* 15:473-476.
- FAIR, P. i MEEKE, L. (1983): "Seasonal variations in the pattern of photosynthesis and possible adaptive response to varying light flux regimes in *Ceratophyllum demersum* L." *Aquatic Botany* 15:81-90.
- GOLTERMAN, H.L. i CLYMO, R.S. (1967): *Chemical Environment in the Aquatic Habitat*. IBP. Symposium. Royal Academy of Sciences. Amsterdam.
- GOLTERMAN H.L., CLYMO, R.S. i OHNSTAD, M.A.M. (1978): *Chemical Analysis of Freshwaters*. IBP Handbook 8. Blackwell. 214 pp. Oxford.
- LÓPEZ, P. (1983): *Agua Salinas Epicontinentales Próximas a la Costa Mediterránea Española. Estudio del Medio*. 331 pp. Thesis Univ. Barcelona. Barcelona.
- LÓPEZ, P., ARMENGOL, J. i COMIN, F.A. (1984): "Variación anual de las características químicas de la laguna de la Massona". *Limnetica* 1:1-8.
- MARTÍNEZ TABERNER, A., DÍEZ, A., FORTEZA, V., MOYÀ, G., RAMON, G., SASTRE, A., SOBERATS, M.A., SOCÍAS, M., TÉBAR, F.J. i XAMENA, J. (1989): "Característiques morfològiques dels principals estanys de l'Albufera de Mallorca". *Treballs de Geografia* 41:19-31.
- MARTÍNEZ TABERNER, A., FORNÓS, J. i FORTEZA, V. (1993): "Colonization, structure and growth of *ficopomatus enigmatus* cf. *Ten Hove & Weerdenburg* (Polychaeta, Serpulidae) in the Albufera of Menorca, Balearic Islands". *Verh. Intern. Verein. Limnol.* 25:1031-1034.
- MARTÍNEZ TABERNER, A., MOYÀ, G. i RAMON, G. (1987): "Caracterización preliminar de la Albufera de Alcúdia (Mallorca). Composición química del agua y distribución de macrófitos". *Limnetica* 3:55-61.
- MARTÍNEZ TABERNER, A., MOYÀ, G., RAMON, G. i FORTEZA, V. (1990): "Limnological criteria for the rehabilitation of coastal marsh. The Albufera of Majorca. Balearic Islands". *Ambio* 19 (1):21-27.
- MARTÍNEZ TABERNER, A., RAMON, G. i FORTEZA V. (1991): "Seasonal physico-chemical changes in coastal marsh of the Albufera of Majorca (Balearic Islands)". *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24:1564-1566.
- MOYÀ, G., RAMON, G., MARTÍNEZ-TABERNER, A., FORTEZA, V., PICÓ, C., PONSELL, C., ROSSELLÓ, R. i SOBERATS, M.A. (1987): "Limnology of a meromictic coastal lagoon. L'Estany del Cibollar (Mallorca, Balearic Islands)". *Limnetica* 3:255-262.
- OGWADA, R. A., REDDY, K.R. i GRAETZ, T.A. (1984): "Effects of aeration and tem-

- perature and nutrient regeneration from selected aquatic macrophytes". *J. Environ. Qual.* 13:50-64.
- ORIAN, G.H. (1980): "Diversidad, estabilidad y madurez en los ecosistemas naturales". *Conceptos Unificadores en Ecología*. 174-187. Blume, Madrid.
- SERRA M., MIRACLE, M.R. i VIVENTE, E. (1984): "Interrelaciones entre los principales parámetros limnológicos de la Albufera de Valencia". *Limnetica* 1:9-19.
- SOBERATS, M.A., XAMENA, J. i MARTÍNEZ TABERNER, A. (1987): "Característiques físico-químiques, fitoplàncton i macròfits aquàtics de l'Estany dels Ponts. (Mallorca)". *I Jornades de Medi Ambient de les Balears*. Ciutat de Mallorca.
- STRICKLAND, J.D.H. i PARSONS, T.R. (1972): "A Practical Handbook of Seawater Analysis". *Bull. Fish. Res. Board Can.* 167:1-331.
- STUMM, W. i MORGAN, J.J. (1980): *Aquatic Chemistry. An Introduction Emphasizing Chemical Equilibria in Natural Waters*. Wiley Intersciences. 583 pp. London.
- VOLLENWEIDER, R.A. (1968): *Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular reference to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication*. Rep. OCDE., DAS/CSI/68.27, 192 pp. París.